



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、

この画像センサが取得した画像を解析して、前記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部とを備え、

この進入検出部は、

前記画像センサが時間的に異なるタイミングで順に取得した入力画像を第 1 の画像と第 2 の画像と第 3 の画像として受け入れ、

第 1 の画像と第 2 の画像の差分値と、第 2 の画像と第 3 の画像の差分値とを求めて、前記両差分値の論理積演算により得た画像データ中に、一定量以上の有意データが存在すれば、前記監視領域に移動体が進入したと判断することを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の移動体検知装置において、

進入検出部が、論理積演算の結果監視領域に移動体が進入していないと判断したとき、その都度、比較処理のために保存されている監視領域の背景画像を更新する背景作成部を備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 3】 一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、

この画像センサが取得した画像を解析して、前記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、この進入検出部が移動体を検出したとき、移動体のいないときの背景画像と入力画像との差分値から移動体の下部の画像を取り出して、テンプレートを作成するテンプレート作成部を備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 4】 一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、

この画像センサが取得した画像を解析して、前記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、この進入検出部が移動体を検出したとき、入力画像から移動体の特定部位の画像を取り出してテンプレートを作成するテンプレート作成部を備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の移動体検知装置において、

テンプレート作成部は、

画像中に検出された複数の移動体にそれぞれ各移動体を区別するためのラベル値を付与した、ラベル画像を作成して、このラベル画像に含まれる同一のラベル値を持つラベル領域の、少なくとも下端を含む部分を切り出してテンプレートを作成することを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の移動体検知装置において、

テンプレート作成部は、

テンプレートを作成した後は、当該移動体のためのラベル領域のラベル値を無効にして、未だテンプレートを作成していない移動体のためのラベル領域と区別することを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 7】 請求項 3 に記載の移動体検知装置において、

テンプレート作成部は、

入力画像から移動体の下端の画像を検出して、入力画像の下端から移動体の下端までの画像中の距離が閾値以上のとき、その移動体のテンプレートを作成することを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 8】 請求項 3 に記載の移動体検知装置において、

テンプレート作成部は、

入力画像中の進入車両検出領域から移動体の下端の画像を検出して、進入車両検出領域の下端から移動体の下端までの画像中の距離が閾値以上のとき、前記入力画像からその移動体の下部の画像を切り出してテンプレートを作成することを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 9】 請求項 3 に記載の移動体検知装置において、

入力画像から移動体の画像を検出したとき、水平方向に見た画像の色もしくは輝度分布が所定の条件を満たす部分を、移動体の下部と判定することを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 10】 一定の監視領域の画像を所定のフレーム周期で取得する画像センサと、

この画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像について、その差分値を求めて解析し、前記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、

この進入検出部が移動体を検出したとき、入力画像から移動体の下部の画像を取り出してテンプレートを作成するテンプレート作成部と、

前記画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像中で、前記テンプレートを用いたマッチング処理をして移動体の移動量を検出する追跡部と、

前記追跡部の検出した移動体の移動量と前記フレーム周期とから、移動体の移動速度を求める速度測定部とを備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の移動体検知装置において、

追跡部は、テンプレートの数が多いほど短いフレーム周期で入力画像を受け入れ、テンプレートの数が少ないほど長いフレーム周期で入力画像を受け入れることを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の移動体検知装置において、

追跡部は、入力画像中に検出された移動体の移動速度が

速いほど短いフレーム周期で入力画像を受け入れ、移動速度が遅いほど長いフレーム周期で入力画像を受け入れることを特徴とする移動体検知装置。

【請求項 13】 一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、

この画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像について、その差分値を求めて解析し、前記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、

この進入検出部が移動体を検出したとき、入力画像から移動体の下部の画像を取り出してテンプレートを作成するテンプレート作成部と、

前記画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像中で、前記テンプレートを用いたマッチング処理をして移動体の移動量を検出する追跡部と、

前記追跡部の検出した移動体の移動量と前記フレーム周期とから、移動体の移動速度を求める速度測定部とを備えたことを特徴とする移動体検知装置。前記画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像の加重平均処理により、監視画像中に移動体のいない背景画像を得る背景作成部を備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、監視対象とされる一定の領域を移動する、車両等の移動体の動きを検出するための、移動体検知装置に関する。

【0002】

【従来の技術】道路交通容量を拡大させ、交通事故を抑制し、省エネルギー化を図ることを目的として、次世代道路交通システムの研究が盛んに勧められている。道路上の車両等の動きを正確に自動検知する技術は、この次世代道路交通システムに欠かせない技術の一つである。こうした目的のために使用される車両検知装置は、監視対象とされる一定の領域を撮影するための画像センサを使用する。この画像センサによって広範囲な領域を監視し、移動体の画像を取得する。この画像を解析して、その区間を通過する車両の動きを検出する。こうした技術は、例えば「高橋、北村、小林著、「画像処理による交通流監視方法の研究」信学技報 Vol.97 No.40 PRMU97-7 (1997)」に紹介されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような従来の技術には次のような解決すべき課題があった。監視領域上を移動する車両等の移動体の画像を、その背景領域の画像と共に取得し、解析を行う場合、時間や気象の変化に従って変化する背景画像を常に更新しながら、複数の移動体を区別することが必要になる。また、監視領域中を移動する移動体の数や移動速度を検出する

には、移動体部分の画像のみを切り出したテンプレートを取得しなければならないが、他の移動体と明確に区別できるようなそのテンプレートを監視領域の画像中から切り出さなければならない。次世代道路交通システムの開発にあたり、こうした点について、より具体的な実用的な方法の開発が望まれている。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の点を解決するため次の構成を採用する。

〈構成 1〉一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、この画像センサが取得した画像を解析して、上記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部とを備え、この進入検出部は、上記画像センサが時間的に異なるタイミングで順に取得した入力画像を第 1 の画像と第 2 の画像と第 3 の画像として受け入れ、第 1 の画像と第 2 の画像の差分値と、第 2 の画像と第 3 の画像の差分値とを求めて、上記両差分値の論理積演算により得た画像データ中に、一定量以上の有意データが存在すれば、上記監視領域に移動体が進入したと判断することを特徴とする移動体検知装置。

【0005】〈構成 2〉構成 1 に記載の移動体検知装置において、進入検出部が、論理積演算の結果監視領域に移動体が進入していないと判断したとき、その都度、比較処理のために保存されている監視領域の背景画像を更新する背景作成部を備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【0006】〈構成 3〉一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、この画像センサが取得した画像を解析して、上記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、この進入検出部が移動体を検出したとき、入力画像から移動体の下部の画像を取り出してテンプレートを作成するテンプレート作成部を備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【0007】〈構成 4〉一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、この画像センサが取得した画像を解析して、上記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、この進入検出部が移動体を検出したとき、入力画像から移動体の特定部位の画像を取り出してテンプレートを作成するテンプレート作成部を備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【0008】〈構成 5〉構成 3 に記載の移動体検知装置において、テンプレート作成部は、画像中に検出された複数の移動体にそれぞれ各移動体を区別するためのラベル値を付与した、ラベル画像を作成して、このラベル画像に含まれる同一のラベル値を持つラベル領域の、少なくとも下端を含む部分を切り出してテンプレートを作成することを特徴とする移動体検知装置。

【0009】〈構成 6〉構成 5 に記載の移動体検知装置において、テンプレート作成部は、テンプレートを作成した後は、当該移動体のためのラベル領域のラベル値を

無効にして、未だテンプレートを作成していない移動体のためのラベル領域と区別することを特徴とする移動体検知装置。

【0010】〈構成7〉構成3に記載の移動体検知装置において、テンプレート作成部は、入力画像から移動体の下端の画像を検出して、入力画像の下端から移動体の下端までの画像中の距離が閾値以上のとき、その移動体のテンプレートを作成することを特徴とする移動体検知装置。

【0011】〈構成8〉構成3に記載の移動体検知装置において、テンプレート作成部は、入力画像中の進入車両検出領域から移動体の下端の画像を検出して、進入車両検出領域の下端から移動体の下端までの画像中の距離が閾値以上のとき、上記入力画像からその移動体の下部の画像を切り出してテンプレートを作成することを特徴とする移動体検知装置。

【0012】〈構成9〉構成3に記載の移動体検知装置において、入力画像から移動体の画像を検出したとき、水平方向に見た画像の色もしくは輝度分布が所定の条件を満たす部分を、移動体の下部と判定することを特徴とする移動体検知装置。

【0013】〈構成10〉一定の監視領域の画像を所定のフレーム周期で取得する画像センサと、この画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像について、その差分値を求めて解析し、上記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、この進入検出部が移動体を検出したとき、入力画像から移動体の下部の画像を取り出してテンプレートを作成するテンプレート作成部と、上記画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像中で、上記テンプレートを用いたマッチング処理をして移動体の移動量を検出する追跡部と、上記追跡部の検出した移動体の移動量と上記フレーム周期とから、移動体の移動速度を求める速度測定部とを備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【0014】〈構成11〉構成10に記載の移動体検知装置において、追跡部は、テンプレートの数が多いほど短いフレーム周期で入力画像を受け入れ、テンプレート数が少ないほど長いフレーム周期で入力画像を受け入れることを特徴とする移動体検知装置。

【0015】〈構成12〉構成10に記載の移動体検知装置において、追跡部は、入力画像中に検出された移動体の移動速度が速いほど短いフレーム周期で入力画像を受け入れ、移動速度が遅いほど長いフレーム周期で入力画像を受け入れることを特徴とする移動体検知装置。

【0016】〈構成13〉一定の監視領域の画像を取得する画像センサと、この画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像について、その差分値を求めて解析し、上記監視領域に進入する移動体の検出処理をする進入検出部と、この進入検出部が移

動体を検出したとき、入力画像から移動体の下部の画像を取り出してテンプレートを作成するテンプレート作成部と、上記画像センサが時間的に異なるタイミングで取得した複数の監視領域の画像中で、上記テンプレートを用いたマッチング処理をして移動体の移動量を検出する追跡部と、上記追跡部の検出した移動体の移動量と上記フレーム周期とから、移動体の移動速度を求める速度測定部とを備えたことを特徴とする移動体検知装置。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を具体例を用いて説明する。

〈装置全体の構成〉図1は、本発明による移動体検知装置のブロック図である。この装置は、画像センサ1により取得した入力画像2を解析し、後から説明するような監視領域に進入する移動体の検出処理を行うものである。この装置は、入力画像記憶部3、進入車両検出部4、背景作成部5、初期車両テンプレート作成部6、台数計測部7、車両テンプレート記憶部8、車両追跡部9及び速度測定部10と、走行判定部11とから構成される。なお、本発明は、車両に限らず様々な移動体の検知処理に利用できるが、ここでは、例えば道路上を一方に向かって走行する車両の検知処理を例にとって説明をする。

【0018】まず、画像センサ1について説明する。画像センサ1には、既に従来技術の部分で説明した文献で紹介されたものが使用される。このほかに、CCDカメラその他の各種の画像取得のための装置を使用することができる。

【0019】図2に、画像センサ1により取得される入力画像2の内容説明図を示す。図の(a)に示すように、画像センサ1は、例えば高速道路等の監視領域14を監視し、その上を移動する車両15等の移動体を撮影する。画像センサ1は、この図のように、監視領域14の斜め上方から車両15の進行する向きに向けて設置されている。こうして画像センサ1により得られた画像は、図2(b)に示すように、監視領域14上を矢印K方向に進行する車両15Aや15Bの後部を撮したものになる。

【0020】〈装置の概略動作〉上記の移動体検知装置の概略動作は次の通りである。図3には、進入車両検出領域の説明図を示す。この図に示すように、図1に示した画像センサ1は監視領域14を撮影し、この図に示したような入力画像を得る。ここで、この監視領域14に次々に新たに進入する車両15Aや15Bを検出するために、入力画像の一番下側、即ち最も手前の部分に、進入車両検出領域16を設定する。この部分で車両15Aや15Bの進入を検出すると、各車両の後部の画像を切り出してテンプレートを作る。そして、時間の経過と共に次々に取得される入力画像上でこのテンプレートを用いた濃淡パターンマッチングを行う。こうして、フレー

ム間の車両の動きを追跡する。

【0021】各車両の瞬間速度は、追跡したテンプレートの移動距離とこの移動に要する経過時間により求める。また、追跡車両が台数計測ライン17を通過する度に、車両の台数を計上する。更に、追跡打ち切りライン18までの間に回避走行したり、通常の運行と異なる異常走行したりする移動体の検出を行う。

【0022】図4には、車両検出方法の説明図を示す。上記のような入力画像中から車両15A、15Bのテンプレートを切り出すひとつの方法をここで説明する。ここでは、入力画像について、X方向とY方向に沿った微分処理を施し、明暗パターンを得る。図のグラフは、それぞれ各座標軸に沿って各画素値を投影加算した結果を示したものである。

【0023】即ち、画像の要素が多い部分ほどグラフの山が高くなっている。これを閾値で区切ることによって、閾値以上の投影加算値を示す部分が、入力画像中で車両の存在する位置と判断する。グラフの極大値を示す部分は車両の中心である。こうした判断結果を用いて車両のテンプレートを切り出すこともできる。しかし、この方法では次のような問題が生じる。

【0024】図5には、テンプレートの説明図を示す。上記のような方法で取得したテンプレートは、例えばこの図の車両15Aについてみれば、そのナンバープレート周辺の車両の全幅を含む画像であることが望ましい。この部分は、各車両毎に特徴があり、各々を区別しやすいからである。ところが、車両の種類によっては、このようなテンプレート20の切り出しが容易でない場合がある。

【0025】図4に示したように、車両15Aと車両15Bとを比較した場合、車両15Aは全体として濃いボディカラーの車両で、車両15Bは比較的明るいボディカラーの車両である。こうした場合、常に車両下部の明暗パターンが強いとは限らない。従って、上記のグラフを用いると、場合によっては車両の上部等をテンプレートとして切り出してしまうことがある。こうした場合にはテンプレートに特徴が少ないため、各車両を区別しながらパターンマッチングを行うことが難しくなる。

$$\text{背景画像}(x,y) = \alpha \times S102(1)(x,y) + \beta \times S102(2)(x,y) + \gamma \times S102(3)(x,y)$$

... (1)

但し、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ は“ $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ”且つ $\alpha \geq 0$ 、 $\beta \geq 0$ 、 $\gamma \geq 0$ を満たす任意の定数である。なお、車両検知装置を起動する前には、予め初期の背景画像をこの背景作成部に入力し、記憶させておくものとする。

【0031】初期車両テンプレート作成部6は、監視領域中に新たに車両が進入したことを進入車両検出部4の出力4Aにより認識すると、背景作成部5の出力する背景画像5Aと、入力画像記憶部3から受け入れた入力画像3Bとの差分をとり、監視領域に進入した車両の画像を抽出する機能を持つ。この車両の画像中の下部領域の

【0026】図6には、大型車両の問題点説明図を示す。例えば、このトラックのように、車両の長さや高さ大きい車両の場合、車両中間部の水平方向の明暗パターンが弱いときには中間部が欠落して、上部と下部のテンプレートが別々に切り出されてしまうこともある。即ち、1台の車両を2台と計数してしまうことがある。本発明では、こうした問題が生じないようなテンプレートの切り出しを行う。

【0027】〈装置各部の構成〉図1に示した入力画像記憶部3は、画像センサ1が時間的に異なるタイミングで連続して取得した入力画像2を3フレーム分以上記憶するメモリにより構成される。なお、こうして記憶された入力画像を入力画像3A、3B、3Cとした。一番古い画像が第1の画像3A、次が第2の画像3B、一番新しいのが第3の画像3Cとする。

【0028】画像センサ1が所定のフレーム周期で監視領域の画像を取得すると、その画像は1フレームずつ入力画像記憶部3に記憶される。このとき、その都度最も古い画像が追い出され、新しい画像が追加されるといった構成になっている。

【0029】進入車両検出部4は、入力画像記憶部3から出力される3種類の入力画像即ち第1の画像3Aと、第2の画像3Bと、第3の画像3Cとを受け入れて、これらと比較解析し、監視領域に新たに車両が進入したかどうかを判定する機能を持つ。なお、進入車両検出部4は、新たに車両が進入したと判定すると、判定信号4Aを出力して、テンプレートの作成を要求するように構成されている。その後その車両が監視領域を通過するまで監視をするためである。背景作成部5は、時々刻々と変化する監視領域の背景画像を更新する処理を行う部分である。

【0030】即ち、進入車両検出部4が車両の進入を検出していないときの入力画像を取得し、背景画像とする。具体的には次の(1)式に示すようにしてこれまでに蓄積した背景画像と、新たに入力した入力画像との加重平均を求める。なお、入力画像中の位置(x, y)の背景画像の画素値を、背景画像(x, y)とする。

画像によりテンプレート6Aが作成される。同時に、1つのテンプレート6Aを出力する度に、信号6Bを台数計数部7に出力する。台数計数部7は、信号6Bによって、監視領域に進入した車両の台数計測を行う機能を持つ。

【0032】車両テンプレート記憶部8は、初期車両テンプレート作成部6から出力された、全ての進入車両のテンプレート6Aをまとめて記憶する部分である。なお、ここに記憶されたテンプレートは、随時、車両追跡部9において更新されたテンプレートに置き換えられ

る。図 2 (b) に示すように、同一の車両が監視領域に進入してから通過してしまうまでの間に、その車両の画像の大きさが次第に小さくなるから、テンプレートの大きさもそれにつれて小さくしなければならないからである。

【0033】車両追跡部 9 は、車両テンプレート記憶部 8 に記憶されているテンプレートを入力画像中で動かし、パターンマッチングをさせることによって車両の動きを検出する機能を持つ。これによって各車両の動きベクトル 9 A を求める。また、車両の動きに応じて大きさが変化したテンプレート 9 B を新たに作成し、車両テンプレート記憶部 8 に出力する機能を持つ。

【0034】この車両テンプレート 9 B は、車両テンプレート記憶部 8 に既に記憶された該当する車両のテンプレートと置き換えられる。そして、新たなテンプレート 8 A が車両追跡部 9 に提供されて、次の入力画像を使用したパターンマッチングが行われる。なお、既に図 3 を用いて説明した追跡打ち切りライン 1 8 を越えた車両は、テンプレートが不要になるため、車両テンプレート記憶部 8 から消去される。車両追跡部 9 は、この消去命令を出力する機能も持つ。

【0035】速度測定部 10 は、車両追跡部 9 から出力された動きベクトル 9 A を受け入れて、車両の移動量と移動速度を計測する処理を行う機能を持つ。走行判定部 11 は、車両追跡部 9 から出力された動きベクトル 9 A に基づいて、その車両の走行が異常か正常かを判定する機能を持つ。

【0036】以上が装置の概略構成であるが、以下、装置の各機能ブロック毎に、詳細な構成と動作説明を行う。

〈進入車両検出部〉図 7 に、進入車両検出部の機能ブロック図を示す。進入車両検出部 4 は、図に示すように、入力画像記憶部 3 から、それぞれ時間的に少しずつ異なるタイミングで取得した、第 1 の画像 3 A、第 2 の画像 3 B、第 3 の画像 3 C を受け入れて処理する機能を持つ。この動作のために、差分部 2 1、2 2、2 値化部 2 3、2 4、論理積演算部 2 5 及び判定部 2 6 が設けられている。

【0037】なお、差分部 2 1 は、第 1 の画像と第 2 の画像との差分値を求める演算処理を行う部分である。差分部 2 2 は、第 2 の画像と第 3 の画像の差分値を求める演算処理を行う部分である。差分部 2 1 の出力 2 1 A は、2 値化部 2 3 において 2 値化処理される。差分部 2 2 の出力 2 2 A は 2 値化部 2 4 において 2 値化処理される。そして、2 値化部 2 3、2 4 の出力 2 3 A、2 4 A が論理積演算部 2 5 において論理積処理され、出力 2 5 A を得る。

【0038】上記差分処理は、入力画像中の時間的に変化する部分を抽出するために行う。差分処理では、各々の入力画像の同じ位置の画素 1 つずつの差分値を求めて

もよいし、入力画像を例えば  $2 \times 2$  等のブロックに分割して、同じ位置のブロックの画素値を合計し、その平均値の差分を求めてもよい。2 値化処理は、差分部 2 1 や 2 2 の出力を所定の閾値を用いて、各画素値が 0 と 1 の 2 値で表現される画像に変換する。各画素値が閾値未満なら “0”、閾値以上なら “1” といった演算となる。

【0039】図 8 には、進入車両検出部の動作説明図を示す。この図に示すように、第 1 の画像 3 A と第 2 の画像 3 B の差分を 2 値化した画像 2 3 A と、第 2 の画像 3 B と第 3 の画像 3 C の差分をとり 2 値化した出力 2 4 A との論理積をとると、図の一番下に示すような論理積画像出力 2 5 A となる。これにより、2 つの差分部 2 1、2 2 のいずれの出力から、背景画像中を移動するものがある判定できるという結果が得られる。即ち、この画像中に画素値が “1” の領域が一定以上存在すれば、入力画像中に移動体が存在すると判断できる。

【0040】入力画像である第 1 の画像 3 A と第 2 の画像 3 B と第 3 の画像 3 C が、それぞれ全く変化のない背景画像のみであるとすれば、その差分を 2 値化した出力 2 3 A、2 4 A は、共に全ての画素値が “0” となる。その論理積をとれば、出力結果は全て画素値が “0” となり、入力画像中に移動体は存在しないと判断できる。監視領域に一定以上の面積の移動体が進入すると、各入力画像にそれぞれ差分値が生じ、その論理積を求めると、一定以上の画素値が “1” の領域が生じ、これが検出される。

【0041】このような方法で車両の進入を判定すれば、背景が時間的に、例えば日照の関係で変化をしたとしても、あるいは気象の変化によって次第に変化していったとしても、その影響を受けずに移動体の進入を検出できる。第 1 の画像 3 A と第 2 の画像 3 B と第 3 の画像 3 C とを取得するための時間は、背景の時間的な変化を無視できるほど十分に短い時間だからである。また、適当な閾値を設定することによって雑音の誤検出も少なく済む。なお、背景画像は、車両が監視領域中に存在しないときに更新しておく。

【0042】また、監視領域中に車両が存在しないとを検出して、背景画像を取得し、既に説明した要領で、直前まで記憶していた背景画像との加重平均を行うようにすれば、様々な要因による背景画像の内容変動や雑音の影響を十分に軽減できる。

【0043】〈初期車両テンプレート作成部〉図 9 は、初期車両テンプレート作成部のブロック図である。初期車両テンプレート作成部 6 は、差分部 3 1、2 値化部 3 2、ラベル画像作成部 3 3、テンプレート切り出し部 3 4 及びラベル画像記憶部 3 5 から構成される。この初期車両テンプレート作成部 6 には、図 1 に示す入力画像 3 B と背景画像 5 A とが入力する。そして、入力画像 3 B が入力した場合にのみ、この部分が動作する。

【0044】差分部 3 1 は、入力画像 3 B と背景画像 5

Aとの差分値を演算処理し、出力31Aを得る部分である。差分値を求めるのは、入力画像から背景画像に相当する部分を除外して、車両部分の画像を求めるためである。この差分処理は、入力画像3Bと背景画像5Aの同じ位置の画素1つずつの差分値を求めてもよいし、入力画像3Bと背景画像5Aを、例えば8×8画素で構成されたブロックに分割し、同じ位置のブロックの平均値の差分値を求めてもよい。

【0045】また、入力画像3Bと背景画像5Aの各々の微分画像を作り、微分画像同士の差分を行ってもよい。それぞれ例えば8×8画素のブロックに分割して、各々の特徴量を得るための直交変換を行った上で、それらのブロック特徴量の差分値を求めてもよい。このブロック特徴量を求める方法としては、例えば次のような文献に示された方法が採用される。「安居院 猛、長尾 智晴「画像の処理と認識」昭晃堂(P.47-P.58)」

【0046】2値化部32は、差分部31から出力された画像31Aを閾値で2値化し、2値化画像32Aを出力する。ラベル画像作成部33は、2値化画像32Aの画素値が“1”の部分について、独立した集合毎に異なる番号を割り当てるラベリングを行う部分である。画素値が“1”の部分は、車両の画像が存在する部分である。こうしてラベル画像33Aが生成される。この具体的な処理方法は次の文献に記載されている。「安居院 猛、長尾 智晴「画像の処理と認識」昭晃堂(P.67-P.68)」

【0047】ラベル画像作成部33は、こうしたラベリング手法を用いて次のような画素値を持つラベル画像を作成する。まず、車両が存在する領域には、独立した集合毎に“0”、“1”、“2”といった異なる番号を割り当てる。異なる車両には異なるラベルを付け区別するためである。こうして割り当てられた領域の総数をラベル数*n*と呼ぶことにする。また、車両が存在しない部分にはラベル値として“-1”を割り当てる。その結果は、後で図10により詳細に説明する。

【0048】テンプレート切り出し部34は、入力画像3Bとラベル画像作成部33の出力するラベル画像33Aを受け入れ、更に、ラベル画像記憶部35に記憶されている以前に記憶したラベル画像とを受け入れて、ラベル画像の各ラベル領域の内容を調べる。そして、ここで、そのラベル領域に車両下部が含まれているかどうかを判断する。車両下部が含まれていればテンプレートの切り出しを行う。また、テンプレートを切り出す度に車両カウンタのための信号を生成する。こうして、テンプレート切り出し部34からテンプレート6Aと通過車両信号6Bとが出力される。

【0049】図10には、ラベル画像の説明図を示す。図に示すラベル画像33Aは、予め全体がラベル値“-1”に初期化されている。これは、入力画像中の進入車両検出領域の部分について作成される。図のハッチング

を示す部分に車両が検知されると、例えば図の左側のラベル領域のラベル値を“0”とし、右側のラベル領域のラベル値を“1”とする。そして、各ラベル領域について、その下端の状態を調べる。

【0050】各ラベル領域の下端がラベル画像33Aの下端から、画像中で例えばL1以上離れていれば、ラベル画像33A中に車両下部の画像が含まれていると判断する。この判断に基づいて、入力画像3Bから、このラベル領域により特定される車両のイメージを切り出す。こうして、車両下部を含むテンプレートを作成する。

【0051】テンプレートを切り出した後は、ラベル画像のラベル値“0”のラベル領域を、テンプレート切り出し済みという内容に切り換える。即ち、ラベル値を“0”から例えば“-2”に変更する。従って、その後はラベル値が“1”あるいはそれ以外のラベル値の部分を探して、ラベル画像33Aの下端からL1だけ離れた所にそのラベル領域の下端が存在するかどうかを判断する処理を繰り返す。

【0052】こうして書き替えられたラベル画像33Aは、テンプレート切り出し部34の出力34Aとなって再びラベル画像記憶部35に記憶される。そして、続く処理に使用される。

【0053】以上が初期車両テンプレート作成部の概略動作であるが、詳細な動作を次のフローチャートを用いて説明する。図11は、初期車両テンプレート作成部の動作フローチャートである。まず、ステップS1において、ラベル画像作成部33からテンプレート切り出し部34に、新たなラベル画像が入力する。ラベル数は*n*とする。パラメータ*i*を“0”に初期設定する。このパラメータ*i*は、全てのラベル画像について処理を終了したかどうかを判断するためのカウンタである。

【0054】次のステップS3において、*i*が*n*よりも小さいかどうかを判断し、小さければステップS4に進む。ステップS4では、ラベル画像のラベル値が*i*である領域について、ラベル画像記憶部35に既に格納されている直前のラベル画像の、どのラベル領域と対応しているかを調べる。新たなラベル画像中のラベル値が*i*のラベル領域が、直前のラベル画像中の対応するラベル領域で、ラベル値が“-2”のものならば、ステップS12に進む。これは、既にテンプレートを作成済だから処理をパスするためである。ここでは、ラベル領域(1)の画素値を“-2”に変更する。なお、対応するラベル領域を調べる方法として、ラベル領域(1)を直前のラベル画像に重ね合わせたとき、重なった面積が閾値以上のラベル領域が直前のラベル画像に存在すれば、それが対応するラベル領域である。

【0055】それ以外の場合はステップS5に進み、ラベル値*i*のラベル領域が進入車両検出領域の下端からL1画素以上離れているかどうかを判断する。離れていれば車両の下端が進入車両検出領域中に現れていると判断



し、ステップS6に進む。ここで、入力画像のラベル値が1に該当する領域を切り出してテンプレートを作成する。そして、ステップS7に進み、テンプレートの評価を行う。この評価は、具体的には左右対称であるか、テールランプを含んでいるか等といった内容のものである。

【0056】なお、切り出し方法は、ラベル領域に該当する部分そのままの形でよいし、ラベル領域に外接する矩形でもよい。また、入力画像中で、ラベル領域の下端の位置から一定のサイズ分を切り出すというようにしてもよい。

【0057】図12には、車両下部の評価動作説明図を示す。図に示すように、車両15Aの下部からテンプレート20を抽出した場合に、まず左右の対称性を調べる。これはテンプレートの横軸（水平方向の軸）の中心から左右等距離の画素値の差分値を累積し、その累積値Pをテンプレートの面積aで割った値 $P/a$ が一定の閾値より小さいといった判断によって行うことができる。左右対称であれば差分値は“0”になるからである。

【0058】また、テールランプは車両下部に存在する。従って、テールランプ有無の判別は車両下部のテンプレートを抽出したかどうかの評価につながる。この場合、図に示すように、横方向（水平方向）の赤成分の色分布を用いて、両端に閾値以上の暗い部分があるかどうかという判定を行う。もし、画像が白黒の濃淡画像であればテールランプは昼は黒く、夜は明るく写る。これを利用すれば横方向の濃淡分布によって車両下部であるかどうかの判断を行うことができる。

【0059】図13には、ラベル領域とテンプレートの関係説明図を示す。図に示すように、ラベル画像36中のあるラベル領域について、対応する入力画像3Bからテンプレートを切り出す場合を考える。図の進入車両検出領域16に対応させて、ラベル画像33Aが生成されている。この状態でラベル画像33A中で車両下部が検知されたとする。この場合に、入力画像3Bからラベル画像下端に相当する位置よりyより上方のhの高さ分の領域を切り取り、テンプレート20を作成する。このhは、車両下部を含む画像を切り出すことができる適当な値を経験的に求めておいて決定すればよい。

【0060】再び図11のフローチャートに戻って、ステップS8で、既に説明したようにテンプレートが車両下部のものかどうかを判断する。ステップS9において、車両下部のものであると判断されると、テンプレート6Aと通過車両信号6Bとを出力する。テンプレート6Aは、図1に示す車両テンプレート記憶部8に向けて出力される。また、通過車両信号6Bは台数計測部7に向けて出力される。

【0061】次のステップS10において、ラベル値が1の領域の画素値を“-2”に変更する。こうしてテンプレート抽出済みであることを表示した上でステップS

11に戻り、1をインクリメントする。その後は、ステップS3から再び次の画像についての処理を行う。全ての画像についての処理が終了すると、ステップS13に進み、処理後のラベル画像をラベル画像記憶部35に記憶する。

【0062】〈車両追跡部〉次に、車両追跡部の動作について説明する。車両追跡部は、図1に示す車両テンプレート記憶部8に記憶された各車両に対応するテンプレートを 사용하여、入力画像中の車両の位置を検出し、その移動速度等を検知する処理を行う部分である。

【0063】図14に、車両追跡部9の動作原理を示すテンプレートマッチングの説明図を示す。図に示すように、入力画像3B中で車両15Aが移動するのを、図の左側に示すテンプレート20を用いて検出する。入力画像3Bは、一定の時間毎に更新される。新たに入力する入力画像は、車両15Aが移動した内容のものである。各入力画像について、テンプレート20を用いて、車両の移動先の位置を検出する。これには、図に示すように、テンプレート20を前後左右に動かすことによってマッチングを行う。

【0064】具体的な処理としては、テンプレート(i)即ち車両の識別番号が1の領域について、入力画像との間の累積差分値を算出する。そして、累積差分値が最小のときの移動量を出力する。これによって、画像中の対応する車両の位置が検出される。入力画像毎にこの位置を検出して、そのつどテンプレートの移動量を調べれば、車両の移動速度や移動状態を検出できる。

【0065】次に、車両追跡部の動作をフローチャートを用いて説明する。図15は、車両追跡部の動作フローチャートである。まず、図1に示す車両追跡部9に新たな入力画像3Aが入力し、入力画像中の各車両についてのテンプレートが車両テンプレート記憶部8に記憶されると、処理が開始される。

【0066】始めにステップS1において、iを“0”にリセットする。このiはテンプレートの識別をするためのパラメータである。即ち、ここではテンプレートがT枚存在するものとする。ステップS2では、このTを1が越えたかどうかを判断し、それ以下の場合にはステップS3に進む。全てのテンプレートについて処理を終了したかどうかの判断である。そして、ステップS3で、識別番号1に該当するテンプレートが存在するかどうかを判断する。存在しなければステップS10にジャンプし、1をインクリメントして別のテンプレートを探す。

【0067】次のステップS4では、既に説明した要領でテンプレートのマッチング処理を行う。ステップS5では、マッチングスコアが閾値R0より良いかどうかを判断する。図14で説明した差分累積値をテンプレートの面積で割った値をマッチングスコアと呼ぶ。このマッチングスコアが閾値を越えているかどうかを判断する。



閾値以下であればテンプレート検出条件を満たしている。マッチングスコアが小さいほど、入力画像とテンプレートとの合致性が高く、マッチングベクトルの信頼性が高いことを示す。

【0068】ステップS5でマッチングベクトルが出力されると、ステップS7に進み、車両が追跡打ち切りラインを越えたかどうか判断する。車両の検出位置が図3に示した追跡打ち切りライン18を越えるまで、この処理が繰り返される。その後、テンプレート(1)が更新条件を満たしているかどうかを判断する。車両の移動に従って、同一の車両の画像が次第に小さくなる。これに応じて、テンプレートもサイズを縮めるように調整する。これがテンプレートの更新である。

【0069】テンプレートの更新条件は、マッチングスコアがステップS5で用いた閾値より少し大きい閾値R1よりも大きいかどうかを判断して決める。車両の移動とともにマッチングスコアが少し悪くなってくることを利用する。また、マッチングベクトルの、上下方向のサイズが閾値LVよりも大きいかどうかを判断する。上下方向の移動量とテンプレートの縮小率とは一定の関係にあるからである。いずれの条件も満たしていればテンプレートの形が変わってきているので、テンプレートを更新する(ステップS9)。更新する必要が無い場合には、ステップS10に戻って、他のテンプレートマッチング処理に移る。

$$R(h0, h1) = (h1 - hv) / (h0 - hv) \quad \dots (2)$$

R(h0, h1)は、h0からh1の位置へ車両が移動したときのテンプレート縮小率である。(h1 - hv)はh1からhvまでの長さで、(h0 - hv)はh0からhvまでの長さである。車両の追跡にあたっては、こ

うした処理も考慮して移動ベクトルを検出する。

【0073】〈速度測定部〉上記のような移動ベクトルが検出されると、今度はその間の距離と時間の関係によって移動体の移動速度即ち車両の移動速度を測定できる。

【0074】図17には、速度測定部の動作説明図を示

$$S = (L(t2) - L(t1)) / (t2 - t1) \quad \dots (3)$$

【0075】入力画像3中の車両の位置から、車両の道路上の位置を求めるには次のようにする。今、カメラの設置位置と監視領域14(これが道路の路面に相当する)の関係は、図17(a)に示すような状態であるとする。車両がRmの位置にいる場合の俯角がθmであるとする。図17(b)に示す入力画像3A中の、中央ラインLmの実際の位置は、図17(a)の画像センサ1から水平方向にRm離れた位置である。

【0076】また、(b)の入力画面中で、最初に進入

$$Rx = H \cdot \tan[\pi/2 - \theta m - \tan^{-1}\{A \cdot \tan(\theta o - \theta m) / OM - Lx\}]$$

… (4)

ただし  $\theta m = \tan^{-1}(H/Rm)$ ,  $\theta o = \tan^{-1}(H/Ro)$  である。

【0070】ステップS9のテンプレート更新処理では、これまでのテンプレートをマッチングベクトル分だけ動かして、入力画像上に重ねる。そして、その移動量に応じてテンプレートの枠サイズを縮小し、そのサイズの画像を入力画像から切り出す。切り出した画像を新たなテンプレートとする。このテンプレートとその位置とを図1に示した車両テンプレート記憶部8に記憶して、これまでのテンプレートを消去する。なお、ステップS7で、追跡打ち切りライン18を越えたか判断された場合には、該当するテンプレートは使用済みのため、ステップS11において、これを消去する。

【0071】図16に、テンプレート縮小法の説明図を示す。図に示す入力画像3Aについて、例えば図のように縦方向にZ軸を設定する。そして、この軸上の位置を図に示すようにh0, h1, 0, hvというように設定する。0の部分をZ軸の原点とする。ここで、移動前のテンプレートの位置をP0、移動後のテンプレートの位置をP1とする。このように手前から奥へ向かって即ちh0からh1の位置に向かって車両が移動すると、遠近法の関係で、車両の画像が小さくなる。

【0072】従って、車両の位置を検出するためのテンプレートも移動前のものと移動後のものとはサイズを変更する必要がある。そこでテンプレートの縮小を行う。この縮小率は次の式(2)に示すようになる。

す。既に図2を用いて説明したように、画像センサ1は監視領域14を例えばこの図に示すように高さHの位置から斜めに見下ろすように撮影している。図の(b)に示した入力画像3中の各車両の位置情報を含むマッチングベクトルから車両の速度を求める。ある車両の速度をSとする。この場合、異なる時間t1, t2に取得した入力画像中の車両の位置をL(t1), L(t2)とすると、車両の速度sは次の(4)式で求めることができる。

を検出されたときの車両の位置はLoである。この入力画面上で画像センサ1とラインLmとの間の距離はOMである。(b)に示すラインLoの道路上の位置は、(a)に示す画像センサ1の直下から水平方向にRo離れた位置である。画像センサ1とこのRoとを結ぶ線と水平方向の線とのなす角を図に示すようにθoとする。

【0077】このとき、(b)に示す入力画像3AのラインRoからLx離れたところにある車両の道路上の位置Rxは、次の(4)式によって求めることができる。

【0078】図18には、速度測定部の動作説明図（その2）を示す。この図の（a）には、監視領域14の移動体の位置を、 $Ra(i)$ 、 $(i=0, 1, 2, 3, \dots)$ というように表現している。この位置を図の（b）の入力画像3A中に $a(i)$ 、 $i=0, 1, 2, \dots$ というように表示した。このように、予め実際の位置と入力画像上との位置との関係を求めておけば、任意の位置Xで車両が検出された場合、よく知られた例えばスプライン補間等の補間アルゴリズムを用いて実際の位置を正確に計算することができる。

【0079】このようにして実際の位置を計算し、移動体即ち車両の移動距離を計算し、その間に経過した時間即ち入力画像の切り換え周期（フレーム周期）を元にした時間で換算すれば移動体の速度が求められる。

【0080】〈走行判定部〉上記のように、車両の速度等を計算すると、実際にその車両の移動ベクトルを調べることによって、車両の走行状態が解析できる。図19には、走行判定部の動作説明図を示す。この図の、例えば車両15Aが矢印K1方向に進行している場合と、矢印K2方向に進行している場合がある。同一のレーンを矢印K1方向に移動していれば正常、矢印K2方向に、車線を切り替えたような場合、これを異常と判定する。こうした結果は様々な場合に利用できる。

【0081】〈変形例〉図20には、本発明による移動体検知装置の変形例ブロック図を示す。この図の装置は、図1に示した装置に対し、フレーム周期制御部12を追加したものである。その他の部分は同一の構成であり、同一の符号を付した。

【0082】このフレーム周期制御部12は、車両テンプレート記憶部8に記憶されている車両テンプレート数、即ち進入車両検出領域から追跡打ち切りラインの間に存在する車両の台数や、速度測定部10から出力された各車両の速度情報を受け入れて動作する。そして、車両の速度や車両の台数に見合ったフレーム周期を決定し、入力画像記憶部3や速度設定部10に制御信号を出力する。

【0083】例えば、車両の速度が非常に速い場合、短い間隔で車両を追跡し、短い周期で入力画面を切り換えながら移動ベクトルを求めなければならない。一方、車両の速度が十分に遅い場合には、速い周期でフレームを切り換えても無駄な演算処理が増えて負荷が増大する。フレーム周期を長くして効率よく処理をすることが好ましい。

【0084】また、車両を検出すべき領域中に存在する車両数即ち車両テンプレートの数が多い場合には、1枚のフレームを処理するための演算処理時間が長くなるため、フレーム周期をやや長く設定しないと演算処理が間に合わない。こうしたケースを考慮して、フレーム周期の最適化を図ることにより効率のよい車両検知が可能になる。

【0085】フレーム周期制御部12は、例えば車両テンプレートの数が“0”の場合、予め設定した標準フレーム周期をCとしたとき、2倍の2Cにフレーム周期を変更する。また、追跡している全ての車両の最大速度がある閾値以下という判断がされると、同様にフレーム周期を2Cにする。一方、車両テンプレートの数がある閾値以上になったときは、フレーム周期をC/2にする。

【0086】入力画像記憶部3は、画像センサ1から一定のフレーム周期Cで入力画像2を受け入れている。例えばフレーム周期を長くする場合には、2回に1回入力画像を選択して記憶するように制御する。フレーム周期を3倍にするときは3回に1回入力画像を記憶し、その他の入力画像は廃棄する。このようにして、フレーム周期を制御し、適切な速度で処理を行うことができる。

【0087】なお、上記の各機能ブロックの動作のために様々な閾値を設定したが、これらは、監視領域の日照条件、天候条件、その他の条件によって自由に変更して最適化することができる。また、例えばトンネル等、背景画像の変動が少ないような部分では、背景画像を更新しないで、固定するような制御を行ってもよい。更に、進入車両検出領域を複数にすることも可能である。

【0088】図21には、複数の進入車両検出領域の説明図を示す。この図に示すように、入力画像3に、これまでは1つの進入車両検出領域を設定していた。しかしながら、ここでは図に示すように、2つの進入車両検出領域40、41を設定している。このように、車線毎に別々の進入車両検出領域を設けて、これまで説明した処理を行うようにしても差し支えない。更に、上記の説明では、移動体の例として道路上を走行する車両を挙げ、車両下部の画像を含むテンプレートを得るように説明した。しかしながら、移動体の種類によって、その特徴部分は異なるから、下部に限定されることなく、移動体毎に、その特定部分を指定してテンプレートの作成を行うようにすることができる。

【0089】

【発明の効果】上記のように、入力画像から追跡すべき移動体のテンプレートを作成する場合に、背景との差分値を求めて対象を特定すると、車両が複数に分離されることがない。更に、車両下部の特徴を意識して、車両下部を中心にしたテンプレートを切り出すようにすれば、誤検出を防止することができる。また、進入車両検出領域を上記のように入力画面の下方に設定すれば、前後の車両が画面内で重なり合う前に車両の進入やテンプレートの切り出しが行える。

【0090】更に、車両が画面に進入したかどうかの判断を時間的に前後する入力画面の差分値を元に行えば、背景画像の様々な変動に影響されず、車両の移動判定を正確に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による移動体検知装置のブロック図であ

る。

【図 2】入力画像の内容説明図である。

【図 3】進入車両検出領域の説明図である。

【図 4】車両検出方法の説明図である。

【図 5】テンプレートの説明図である。

【図 6】大型車両の問題点説明図である。

【図 7】進入車両検出部のブロック図である。

【図 8】進入車両検出部の動作説明図である。

【図 9】初期車両テンプレート作成部のブロック図である。

【図 10】ラベル画像の説明図である。

【図 11】初期車両テンプレート作成部の動作フローチャートである。

【図 12】車両下部の評価動作説明図である。

【図 13】テンプレート切り出し方法の説明図である。

【図 14】テンプレートマッチングの説明図である。

【図 15】車両追跡部の動作フローチャートである。

【図 16】テンプレート縮小法の説明図である。

【図 17】速度測定部の動作説明図（その 1）である。

【図 18】速度測定部の動作説明図（その 2）である。

【図 19】走行判定部の動作説明図である。

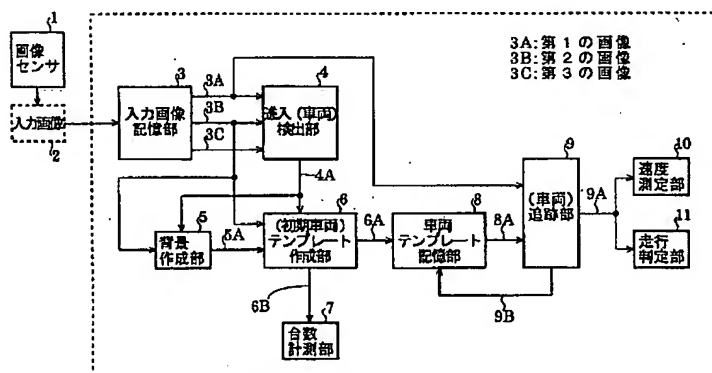
【図 20】本発明による移動体検知装置の変形例ブロック図である。

【図 21】2つの進入車両検出領域の説明図である。

【符号の説明】

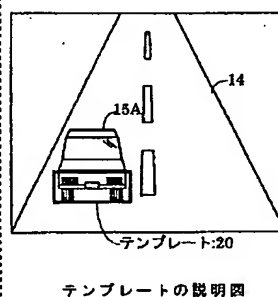
- 1 画像センサ
- 2 入力画像
- 3 入力画像記憶部
- 4 進入車両検出部（進入検出部）
- 5 背景作成部
- 6 初期車両テンプレート作成部（テンプレート作成部）
- 7 台数計測部
- 8 車両テンプレート記憶部（テンプレート記憶部）
- 9 車両追跡部（追跡部）
- 10 速度測定部
- 11 走行判定部

【図 1】



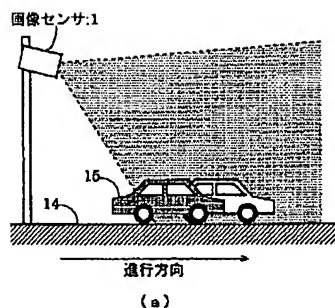
本発明による移動体検知装置のブロック図

【図 5】



テンプレートの説明図

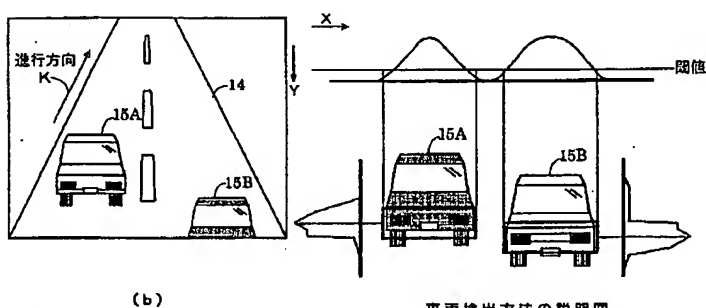
【図 2】



(a)

入力画像の内容説明図

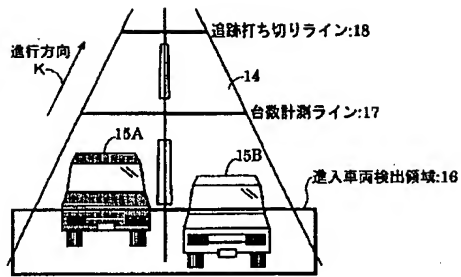
【図 4】



(b)

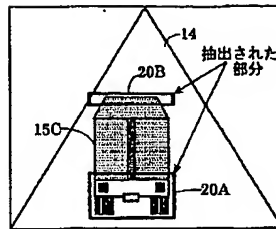
車両検出方法の説明図

【図3】



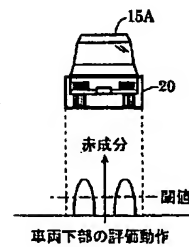
進入車両検出領域の説明図

【図6】



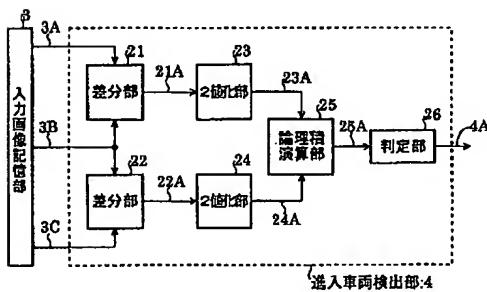
大型車両の問題点説明図

【図12】



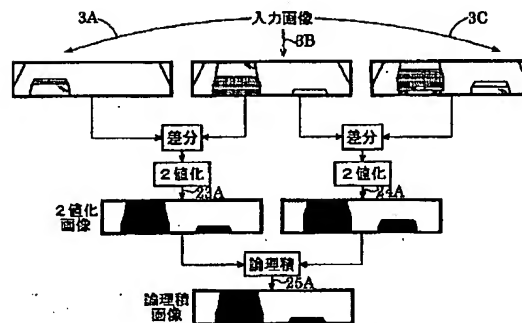
車両下部の評価動作

【図7】



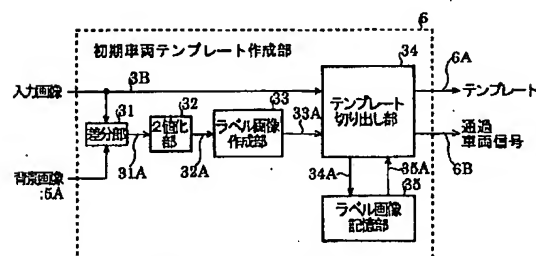
進入車両検出部のブロック図

【図8】



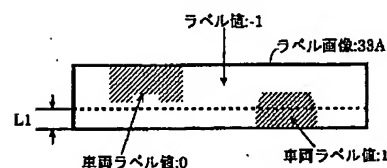
進入車両検出部の動作説明図

【図9】



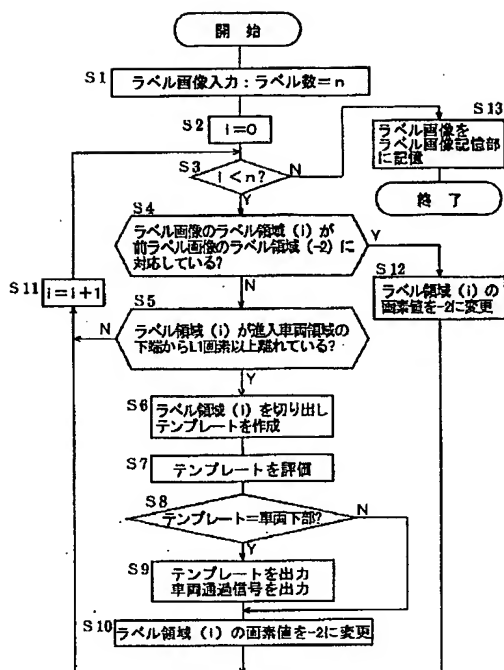
初期車両テンプレート作成部のブロック図

【図10】



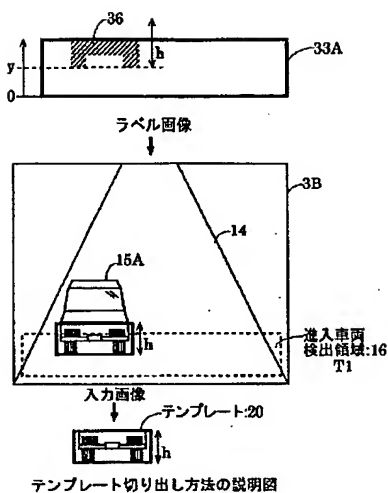
ラベル画像の説明図

【図11】



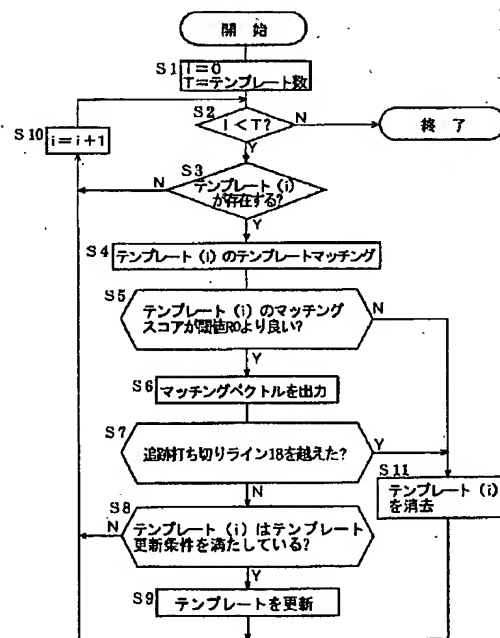
初期車両テンプレート作成部の動作

【図13】



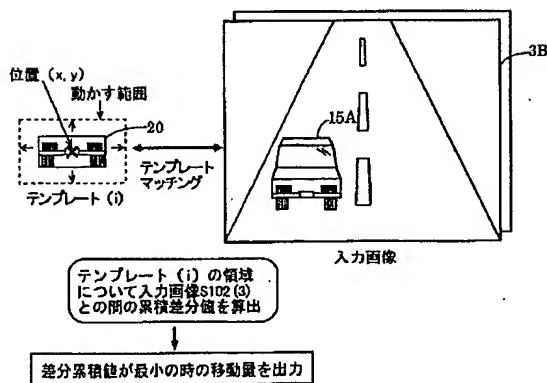
テンプレート切り出し方法の説明図

【図15】



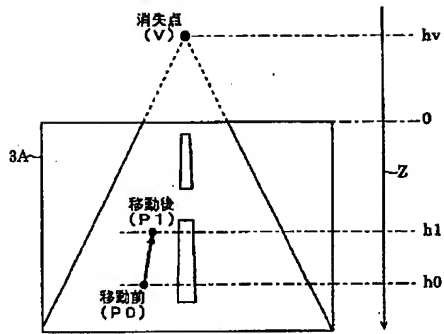
車両追跡部の動作フローチャート

【図14】



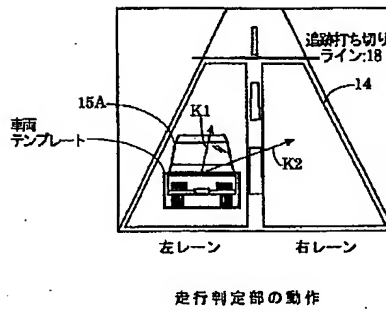
テンプレートマッチングの説明図

【図16】



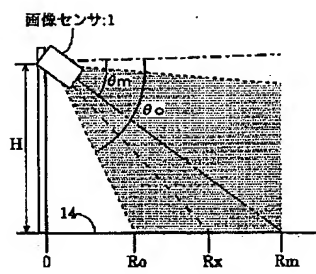
テンプレート縮小法の説明図

【図19】

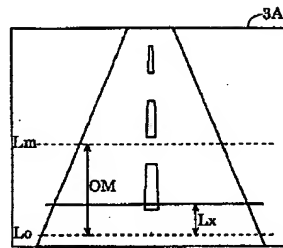


走行判定部の動作

【図17】



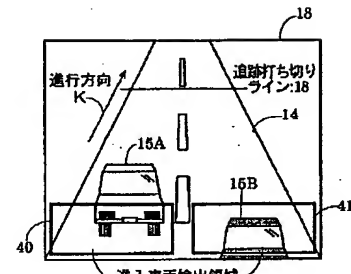
(a)



(b)

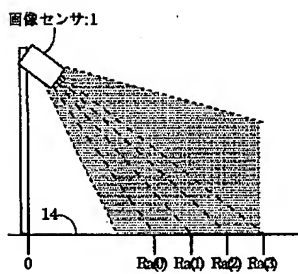
速度測定部の動作説明図 (その1)

【図21】

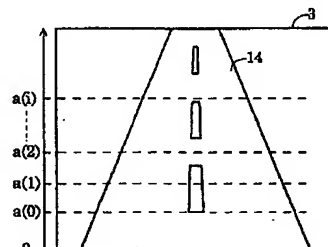


2つの進入車両検出領域の説明図

【図18】



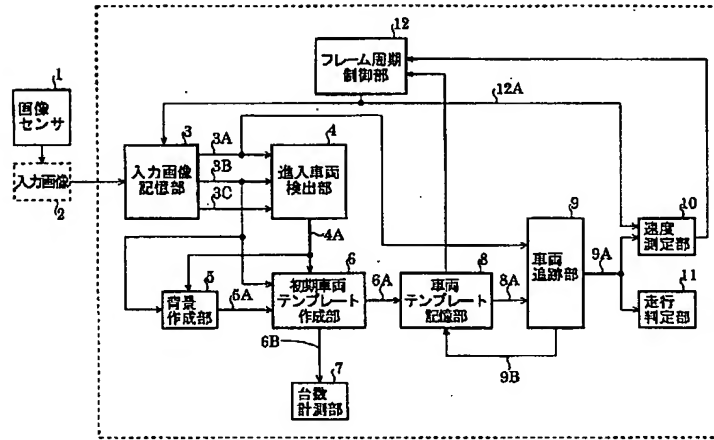
(a)



(b)

速度測定部の動作説明図 (その2)

【図20】



本発明による移動体検知装置の変形例ブロック図